

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st camera made to generate at least one image The camera of at least one addition which changed at least one property or a parameter with said 1st camera, Equipment made to generate the synthetic image containing the image processor which is connected to said 1st camera and the camera of said at least one addition, and changes said at least one image from said 1st camera into other images with which one or more [of a property or a parameter] differ.

[Claim 2] said -- others -- the claim from which an image is changed by at least one of one or more properties in the camera of said addition, or the parameters -- equipment given in the 1st term.

[Claim 3] Equipment given in the 1st term of a patent claim in which said property and parameter include the spatial location of said camera.

[Claim 4] Equipment given in the 1st term of a patent claim in which said property or parameter contains the spatial resolution of said camera.

[Claim 5] Equipment given in the 1st term of a patent claim in which said property or parameter includes the spectral characteristics of said camera.

[Claim 6] Equipment given in the 1st term of a patent claim in which said property or parameter includes the spatial arrangement of the system of coordinates of said camera to carry out.

[Claim 7] In the approach of compounding an image The step which supplies the 1st resolution image recorded from the 1st resolution camera, It is the step which supplies the 2nd resolution image recorded from the 2nd resolution camera. In that case said 1st resolution Step made larger than said 2nd resolution Step which calculates an image flow using two or more images Approach containing the step which carries out warping of said 1st resolution image to the view of said 2nd resolution camera using said image flow which generates a synthetic image.

[Claim 8] Furthermore, step which calculates the parallax evaluation for said low resolution Approach given in the 7th term of a patent claim which projects said parallax evaluation and contains a step in order to use, in case a synthetic image is calculated.

[Claim 9] The step which calculates said parallax evaluation is . An approach given in the 7th term containing the step which reinforces said parallax count by performing one or more increment routines chosen from the group who consists of applying the technique disassemble an image into a tile, take correlation of the depth, perform the Kachi difference technique exactly, and check correspondence, and avoid a null field of a patent claim.

[Claim 10] In the medium which has memorized two or more commands and in which computer reading is possible It is said processor when said two or more commands are performed by the processor. The step which supplies the 1st resolution image recorded from the 1st resolution camera, It is the step which supplies the 2nd resolution image recorded from the 2nd resolution camera. In that case said 1st resolution Larger step than said 2nd resolution Two or more images are used. An image flow Count step, An approach given in the 7th term of a patent claim which was made to perform the step which carries out warping of said 1st resolution image to the view of said 2nd resolution camera using said image flow which generates composition image.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The opinion of priority]

This application is the U.S. temporary application for which it applied on August 28, 1998. The profits based on 35USC Section 119 of No. 60/368 are charged, and those contents are used for this specification as a whole. [098 and 368]

[0002]

This application is U.S. application No. for which it applied to coincidence. (patent attorney reference number SAR 13422) The theme relevant to an indication is indicated. The contents are used for this specification as a whole.

[0003]

This invention relates to the approach and equipment which this invention makes generate the synthetic image of the high resolution from two or more cameras with which one or more properties differ from a parameter in more detail about an image processor.

[0004]

[Description of the Prior Art]

In the application of amusement and others, the high resolution stereo image of a scene can be obtained and it is useful so that an observer can observe the scene of three dimensions. In order to obtain such a high resolution image, in common with a Prior art, use of two or more high resolution equipments or cameras which shifted the mutual location and have been arranged is used. The 1st high resolution camera catches other high resolution images photoed from a different view from this 1st high resolution camera, the image compounded, or an image sequence, and generates the stereo image of a scene.

[0005]

However, cost starts very much while creation of the stereo image using two or more high resolution cameras is difficult. The number of the high resolution cameras used in order to record a scene occupies most manufacturing costs of a stereo image. Moreover, a high resolution camera is large and it is hard to treat it. Therefore, the ease that a scene is stored in a film can serve as troublesomeness. Furthermore, since a photography site may be unable to hold magnitude of such a high resolution camera, there is a limitation in the photography site which can create a stereo image.

[0006]

Therefore, the approach and equipment which can create one or more synthetic images are desired from two or more cameras with which a property differs from a parameter.

[0007]

[Means for Solving the Problem]

The disadvantageous profit looked at by the conventional technique changes into other different images from the 1st image the image recorded with one camera, and is conquered by this invention that consists of the approach and equipment which used the image caught with one set or the camera beyond it with which that property and parameter differ from the 1st camera. Some examples include the spatial location of a camera, spatial resolution, spectral characteristics, and spatial arrangement. One example of this invention is equipment which consists of a low resolution camera made to generate the image of a low resolution connected to the high resolution camera and image processor which generate the image of high resolution. An image processor performs various image flows and parallax evaluation count, and leaps a high resolution image to the view of a low resolution camera.

[0008]

Invention includes the approach materialized as a combination of software and hardware as a software routine. The approach by this invention supplies the image of high resolution to image data, supplies the image of a low resolution to image data, processes an image, and consists of a step which leaps a high resolution image to the view of a low resolution camera, and subsequently forms a synthetic image. Thus, a original high resolution image and a synthetic image are used to form the stereo image of high resolution by use of only a single high resolution camera.

[0009]

[Embodiment of the Invention]

Drawing 1 shows the high resolution composition image generator 100 by this invention. The input sequence 112 is supplied to a computer 102. The input sequence 112 can consist of a frame of the pair at the one time, and a series of frame pairs [in / spent many hours or / a series of frames]. A computer 102 consists of the central-process unit (CPU) 104, an exchange circuit 106, and memory 108. The high resolution composition image generating routine 110 is located in this memory 108. The high resolution composition image generating routine 110 can be read by turns through a network from the source of others like a floppy (trademark) disk, CD, and the remote memory source. Furthermore, the computer is connected to input/output accessory 118. If actuation is explained briefly, the input video sequence 112 will be supplied to a computer 102, and a computer will output the synthetic high resolution image 114 after actuation of the high resolution composition image generating routine 110.

[0010]

The example of the conversion relevant to the space position of a sensor is the parallax method of recovery described below. The example of the conversion relevant to the spatial resolution of a sensor is described by Burt and Adelson in "Laplacian Pyramid as a compact Image code", and an image is changed into the resolution of another side from one resolution there in the processing which calculates an image pyramid. The example of the conversion relevant to the spectral characteristics of a sensor is mapping to RGB (red, green, blue) from HSL (a color, SACHURESHON, brightness), and this is Andrew Glassner. It is as given in "Graphics Gems" and Academic Press which were edited. The example of the conversion related to the spatial arrangement to others' spatial arrangement of the image recorded from one sensor is indicated by S.Baker and Proceedings of the 6th International Conference on

ComputerVision by S.K.Nayar, p.35-42, Bombay, India, January, and "A Theory of Catadioptric Image Formation" in 1998. moreover, the example of others of conversion related to the spatial arrangement to others' spatial arrangement of the image recorded from one sensor -- Journal of Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol14, and p.365- 372 and 1980 -- Sandini and Tagliasco -- "An Anthropomorphic Retina-Like Structure for Scene Analysis" It is indicated.

[0011]

As for the high resolution composition image generating routine 110 made into a routine 110, a detail is henceforth understood from drawing 2 in more detail. Although processing of this invention is performed as a software routine 110, some of steps by the approach indicated here can be performed in hardware the same with being based on a software controller. This invention can be performed in the combination of software and hardware in the software performed on a computer system in the hardware as an integrated circuit which specified application, or the hardware in other types. Thus, each step of a routine 110 must be interpreted as what is equipped with the hardware (module) which specified the application of equivalence, or the hardware used in combination with software again.

[0012]

The high resolution composition image generating routine 110 receives an input 112 from a high resolution camera 206 and the low resolution camera 208. A high resolution camera 206 observes a scene 200 from the 1st view 216, and another side and the low resolution camera 208 observe a scene 200 from the 2nd view 218. The high resolution camera 206 is equipped with image resolution higher than the image resolution of the low resolution camera 208. A high resolution camera 206 can consist of equipment with which a large number equipped with the data output format from which a large number differ, and if this is those who equipped the technique concerned with the usual knowledge, it can also apply the equipment, data format, and/or protocol of what kind of number by the place which this invention suggests. In one example, a high resolution camera 206 is a high-definition camera like MSM9801 camera which can be purchased from for example, IMAX. Similarly, since the low resolution cameras 208 can apply a routine 110 to various equipments easily as mentioned above if they are those who equipped the technique concerned with the usual knowledge, various numbers of equipments can constitute them. In one example, the equipment of a low resolution is the camera equipped with resolution lower than the resolution of the equipment of high resolution like the video camera of for example, standard image quality. For example, image resolution can be equipped with 2 [at least 8000x6000 pixels / /] cm, and a low resolution image can be equipped with 2 [1000x1000 pixels / /] cm.

[0013]

A routine 110 receives input data from a high resolution camera 206, and amends spatial aberration, reinforcement-aberration, and chromatic aberration in step 202. Chromatic aberration is produced according to the aberration of a lens. The amendment is required in order to improve the precision of the continuing step which is performed in a routine 110. The approach for calculating the parameter-function which has described the aberration function of a lens is common knowledge. for example, H.S.Sawhney and R.Kumar -- True Multi-Image Alignment and its Application to Mosaicing and Lens Distortion, Computer Vision and Pattern Recognition Conference proceedings, and p.450- a parameter is recovered in step 202 using the proofreading procedure indicated by 456 and 1997. The contents are used for this specification as a whole.

[0014]

Amendment of a color and reinforcement is also performed in step 202. Since the image data from the low resolution camera 208 unite with the data from a high resolution camera 206, and unite with any differences which answer the color and reinforcement of a scene or produce the artificial structure of the image in the image 114 which is required for these amendments since it unites with any differences in the equipment by BIGUNETTINGU of a lens, and was moreover compounded as a result, they are required. Amendment is performed by proofreading beforehand equipment (namely, a high resolution camera 206 and the low resolution camera 208) so that mapping of the color from one equipment to the equipment of a degree and reinforcement may be known. The color and on-the-strength amendment information which were measured from each equipment are memorized by the look-up table, or are memorized as a parameter-function.

[0015]

The input data from the low resolution camera 208 is amended about spatial aberration, reinforcement-aberration, and chromatic aberration in step 204 again. The processing which amends the low resolution aberration in step 204 follows up the same processing as the amendment performed in step 202.

[0016]

While a filter is succeedingly carried out in step 210, the subsample of the high resolution data amended from step 202 is carried out. The purpose of step 210 lowers the resolution of a high resolution image, and is in making the resolution of a low resolution image match. Since the description which appears in this high resolution image does not appear in a low resolution image, and since an error arises in depth recovery (step 306 shown in following drawing 3), step 210 is required. When the description exists in one image and does not exist in another side, it is essentially tended for especially these errors to be produced, in order that the depth recovery 306 may try to judge correspondence between a high resolution image and a low resolution image, and, as for this correspondence processing, to generate an error.

[0017]

Step 210 is first performed by count of the difference of the spatial resolution between a high resolution camera 206 and the low resolution camera 208. This is performed as a proofreading step of **** and the scale of relative pixel / cm² between two cameras is calculated. For example, this relative scale is given by the square root of the ratio of the die length in the predetermined configuration observed with these two cameras, or surface ratio. A convolution kernel is calculated, and this lessens the high frequency component in a high resolution image, and it is made for the remaining frequency component to match those components in a low resolution imager from the difference of spatial resolution. This can be performed using the standard sampling theory (for example, The Laplacian Pyramid as a Compact Image Code by P.J.Burt and E.H.Adelson which are henceforth used for this specification as a whole, IEEE Transactions on Communication, Vol.31, p.532-540, 1983 reference).

[0018]

For example, supposing the high resolution image and the low resolution image are horizontally different in the vertical direction and resolution only with a spatial multiplier 2, a suitable filter kernel is [1, 4, 6, 4, 1]. It is /16. Subsequently to the vertical direction, a filter kernel is applied horizontally first. The subsample of the high resolution image is carried out by the multiplier 2, and its spatial sampling of the image data taken out from the high resolution imager corresponds with it of a low resolution imager.

[0019]

In step 210, the filter of the high resolution image data is once carried out, if a subsample is carried out, parallax will be calculated in step 212 in each frame time, and the relation between the view 216 in the group of high resolution data and the group of low resolution data and a view 218 will be defined. In a detail, parallax count of step 212 calculates more migration of the image pixel between the images picturized from the view 216 which is the difference of the view of a scene 200, and the view 218.

[0020]

Since it depends for this parallax information on the relation between two input images equipped with the view (respectively 216 and 218) when the scenes recorded when the same differ, it is first calculated from the space resolution of a low resolution image. This can be performed by re-sampling a high resolution input image using suitable filtering and subsampling processing, as mentioned above in relation to step 210.

[0021]

Count of step 212 is carried out using the algorithm controlled to some extent based on the assumption performed about the usefulness and precision of proofreading information. In the case which is not controlled extremely, a 2-dimensional flow vector is calculated to each which is a pixel in an image, and the adjustment is achieved. When epipolar structure is stable and it is known correctly, count becomes a single value to each image point.

[0022]

When many situations, especially the magnitude of parallax are large, it is effective, if it has set to step 12 and calculates about the partial parameter-side of shoes. Parallax count is the count by which the image flow was controlled as a matter of fact. The one approach of parallax count is learned as "field plus parallax." This field plus parallax expression can be used to make small the magnitude/the amount of pixels which should be evaluated. For example, when a scene 200 is a scene of many cities mostly equipped with the plane facet, parallax can be calculated in step 212 as a combination of the two-dimensional layer equipped with the component which separated from the field of an addition of structure. The procedure which performs the field plus parallax approach Direct Recovery of Shape From Multiple Views: A Parallax, such as United States patent application No.08/493,632 for which it applied on June 22, 1995, and R.Kumar Based Approach 12th ICPR, 1974, Harpreet Sawhney, 3D Geometry From Planar Parallax, CVPR94, June 1994, A. Shashua, and N. Navab Relative Affine Structure, Theory and Application to 3D Construction From 2D Views, It is indicated by IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition and June 1994 at the detail, and the contents are used for this specification as a whole.

[0023]

Other algorithms can use in order to perform parallax analysis instead of the field plus parallax approach. ** and thin repeat evaluation processing are usually used for these algorithms using the multi-resolution image pyramid expression. These algorithms start evaluation of image migration in small resolution, and, subsequently make these evaluations a precision through warping and residual migration evaluation in resolution level more detailed than sequential which are repeated. The advantage used as the key in these approaches is being able to perform very efficient count which can give sub pixel precision in migration evaluation, even if big migration exists. Many publications have described the fundamental technique used in parallax count of step 212. U.S. Pat. No. 5,259,040 by which the detail of such a technique was registered on November 2, 1993, J. Hierarchical Model-Based Motion Estimation by R. Bergen etc., 2nd European Conference on Computer Vision, Direct Multi-Resolution Estimation of Ego-Motion and Structure From Motion p. -- 237- it is based on 252, 1992, and K.J. Hanna -- IEEE Work-shop on Visual Motion, It Okamoto(es). p. -- 156- 162, 1991, K.J. Hanna, and Neil E. -- Combining Stereo and Motion Analysis for Direct Estimation of Scene Structure, International Conference on Computer Vision, Direct Recovery of Shape From Multiple Views: A Parallax Based Approach ICPR p. -- 357- it is based on 356, 1993, R. Kumar, etc. -- p. -- 685- 688 and 1994 -- and S. -- it is based on Ayer and H.S. Sawhney Layered Representation of Motion Video Using Robust Maximum-Likelihood Estimation of Mixture Models and MDL Encoding International Conference on Computer Vision, p. -- 777- it is indicated by 784 and 1995 and the contents are used for this specification as a whole. [0024]

Although it is satisfied with calculating parallax simply using the field plus parallax approach mentioned above of step 212, many techniques which can be used in order to make fundamental two-frame stereo parallax count of step 212 into that which is more tough and reliable exist. In order to improve the precision of step 212, those techniques are independent or are performed in combination. Those techniques contain the routine which is drawn on the block diagram of drawing 3, and calculates the increment routine 302, the Sharp-ized routine 304, and the residual parallax 306, the occlusion detection routine 308, and the motion analysis routine 310. Although an improvement of parallax count argues as those with effectiveness, the same increment processing can apply to image flow count, and, as for those techniques, is raising the precision of image flow evaluation.

[0025]

The increment routine 302 is more tough and makes that reliable fundamental two-frame stereo parallax count. One approach disassembles an image into a tile, and in each tile, a display with a parameter is a superior field and it is parallax. Especially a superior field is a front field. A display with the even parameter to each tile is controlled by overall rotation and migration (this is solvable by being known from proofreading of **** of a stereo setup, or using a direct method). Furthermore, single epipolar control is applied to all the parallax vectors of all even tiles.

[0026]

A field without the occlusion and the texture from which the other increment routines 302 make parallax count produce an error is processed. In order to process a field without occlusion and a texture, it performs from the spatial frequency of that the depth coincidence over two frames changes the magnitude of an aperture, and ** to detailed **. In order that the magnitude of many apertures may test the coordination of depth evaluation, and the mutually related quality, it is used in predetermined resolution level. It is thought that depth evaluation is reliable only when producing the acceptable correlation level in which the magnitude of at least two apertures had consistent depth evaluation. Otherwise, the depth of the level is not updated. When the aperture set as the object of consideration does not have sufficient texture, if the depth evaluation which is disregarded and has the coordination from the magnitude of a big aperture is possible for depth evaluation, it is desirable. The field according to which the field where the depth is not defined was filled using the data from the synthetic frame of ****, and was made and classified, using pretreatment, or temporary prediction using low resolution data, i.e., low resolution data, was sampled, and it was classified in the synthetic image 114 is filled. The processing using many apertures for improving parallax count is United States patent ***** for which it applied to coincidence. It is indicated by the number (patent attorney reference number No.SAR13422), and the contents are used for this specification as a whole.

[0027]

In order that approach when [it] using the increment routine 302 may optimize depth evaluation, the Kachi difference (JND) model is used exactly. For example, the scale of a typical image like a difference on the strength is used in order to quantify the error of a depth expression. However, those scales are compensated by the observer by JND measurement which tries to measure the error which can be checked most by looking. The approach of using the JND approach is explained below at a detail.

[0028]

The additional increment routine 302 offers the algorithm which calculates image position correspondence. First, all potential correspondences in an image position are most defined by the rotation and migration of a predetermined camera in the range of distant,

and, subsequently correspondence is continuously checked in the point location corresponding to the near range from sequential. The coordination during the correspondence recovered between adjoining range gives the scale of precision over this correspondence.

[0029]

The other increment routines 302 do not give the null field in the perimeter of the compounded image. Since it appears in a location which a high resolution image is leaped and is different, the image boundary of the compounded image is not in agreement with a original composition image. Such a field leaves a null potentially. This problem is solved using three approaches. The 1st approach is displaying only the main aperture of the high resolution image which is an inverse image, therefore the field which poses a problem is not displayed. The 2nd approach is filled up with a bordering field using the data from the frame compounded beforehand. The 3rd approach is filtering the data from low resolution equipment, carrying out a rise sampling, and inserting the data in an image boundary.

[0030]

The additional increment routine 302 offers the algorithm which gives overall 3D and local (multi) field control. The approach expressing a flow is between the frame pairs as a smooth parameter residual flow (software control is performed ranging over a tile) tile-sized especially. Furthermore, a tile can express in a small number of parameter-layer per tile. When there is overall 3D control ranging over two frames (stereo), a tile is expressed as an even layer to which two or more fields can exist in a patch.

[0031]

The approach of others for improving the quality of the parallax count in step 212 is using the Sharp-ized routine 304. For example, in the discontinuity range or near other transition, there is a typical field of the parallax evaluated in-between because of spatial exchange of the finite used in computation 212. The detection which such transition carried out clearly, and continuing "Sharp-ization" of the parallax field make those errors small. As expansion of this fundamental processing, the information from the part in early stages of an image sequence (and potentially anaphase) is used in order to improve composition of the high resolution image 114. For example, the detail of the image in an occlusion field is observable from high resolution equipment in the frame which precedes or continues. This information needs to be used in order to calculate the information on the motion on a frame from a frame like count of parallax.

However, count of this addition is performed when not the continuation base under processing of a whole sequence but amendment with error is required.

[0032]

Furthermore, parallax count of step 212 improves by calculating residual parallax (depth) using an approach equivalent to calculating the approach or the residual parallax 306 described below. When it can use under the condition that the stereo sequence which is moving is the high resolution quiescence image formatted 15 to 65 times, for example, one approach calculates the coordination of the depth about time amount, in order to control the depth / disparity count further. While control of stability was effective, as it described the outline about two images caught by coincidence, it can use for two-frame count of the depth. An optical flow is calculated to many stereo frames by inter-frame [which corresponds about time amount]. An optical flow functions as a prediction means of the depth in a new frame. Within a new frame, depth count is performed by making it a pair, receiving control by the soft control which comes from the predicted depth evaluation. This is performed to the front and back in time. Therefore, although evaluation is effective in a point temporarily, it can be filled up with the field which is not so at other times about both times.

[0033]

Other approaches of calculating the residual parallax 306 are using optical flow control for coincidence along with control of the stability over depth / disparity count about many stereo pairs. Especially, when most scenes 200 are stability, in depth count, it is expressed as a parameter similarly to the time of coincidence having temporary stability control and 2 inter-frame having control of stability, and accuracy. When there is an element which is moving separately in the scene 200, the optical flow control about time amount can be used as control soft as a part of multi-time amount instant depth count.

[0034]

Other approaches of calculating the residual parallax 306 are maintaining coordination while they control the depth as coordination about time amount and improve the adjustment over a temporary sequence. For example, if the depth is recovered about a point temporarily, the depth in the following frame time can once be predicted by gap of the depth by the rotation and migration of a camera which were recovered by the old frame and inter-frame [new]. This approach can be developed so that the location of the appearance identified appropriately again or an occlusion boundary may be extended and parallax or flow count may be improved.

[0035]

Other approaches which calculate the residual parallax 306 are giving the control which continues in order to aim at solution direct for a temporary smooth stereo rather than to solve the instant depth, therefore to make a result smooth. This can be developed using epipolar one and flow control which were combined. For example, it is possible to use the frame currently compounded beforehand. The condition of having been given to the newly compounded frame is smooth in time about having coordination in instant parallax count, and the frame generated before, and things. The latter condition is given predicting the flow base based on a former frame, and by forming the difference from the prediction part and error term eye. Similarly, when the sequence has already occurred, the frame (namely, leaped high resolution image) of the parallax base can be compared with the frame inserted temporarily [the flow base]. This comparison can be used, also in order to detect a problem field and to refine parallax count. Even if this approach does not assume stability, it can be used, and even if it does not make it relate to structure / parallax control, it can be used. In the case of the latter, count of the flow base can be performed about a residual motion, after the part of immobilization is amended. This is extensible so that two-dimensional control may be applied ranging over a frame along with the overall fixed motion control covering all the pixels in one frame.

[0036]

Furthermore, the approach of calculating the residual parallax 306 which avoids the potential problem by the instability of the synthetic stereo sequence in the three-dimensional structure constituted using the synthetic image 114 is restricting the amount of the depth change in inter-frame. In order to abolish this problem, it is important to avoid temporary fluctuation in the parallax structure extracted using temporary smoothing. The easy form of this smoothing is acquired by only restricting the variation introduced when updating former evaluation. In order to perform this systematically, INTAFUREMU motion analysis as well as activation of the parallax count in a frame is required.

[0037]

The occlusion detection 308 is assistance when the field of the visual field which should be compounded cannot be seen from the location of a high resolution camera. When such, it is required to use another source to the image information in the field. Before performing this, it must detect that such a situation has occurred. This is obtained by calculating the result obtained when correspondence of an image is calculated in both directions. Occlusion is the evaluated gap which is obtained from calculating correspondence on either side and calculating coincidence of correspondence on either side in the field which is not a problem. In the

field of occlusion, these are not usually in agreement. This makes an approach detect an occlusion field. An occlusion condition can be predicted from the structure of parallax field itself again. When this is stable to extent related with time amount, the field which seemingly has occlusion can be marked into a former frame. Subsequently, a bidirectional technique can use in order to check a condition.

[0038]

The motion analysis 310 improves parallax count of step 212 again. The motion analysis 310 includes the frame frame motion analysis in the caught sequence. This information can be used in order to solve occlusion, since it was visible when the fields which are not visible in a point temporarily were others (or it comes to be visible). Furthermore, the problem of temporary stability is avoided by searching for the three-dimensions-structure which is consistent ranging over some frames of a sequence.

[0039]

Frame frame motion analysis consists of usually decomposing observed image change into change (namely, motion of a camera) of a view, three-dimensions-structure, and the component by motion of a body. In order to perform this reconstruction, collection of the technique for performing evaluation of each component exists. These techniques consist of a layer extract which makes the contents the field of the depth of a direct camera motion, motion parallax evaluation, a coincidence motion and the body that parallax-evaluates, and moves and is carried out, or many. The component used as the key of these techniques is a "field plus parallax" expression. In this approach, parallax structure is expressed as a residual parallax map per [which makes the contents change of the caused motion move and according to plus and a local plane structure which the field (or other parametric representation sides) was caused] pixel. In the count approach, a camera motion moves to the case given by the stereo base line of immobilization, and the parallax evaluation technique mentioned above is a special case fundamentally [analytical skill].

[0040]

In order to improve processing efficiently, parallax count (or flow count) can be performed in the resolution of a low resolution image. Subsequently, parallax information forms the map which is projected and corresponds in higher resolution. Subsequently continuing image warping and/or configuration processing are performed using the projected parallax information.

[0041]

It is used in order to generate the high resolution composition image [in / in this / step 214] 114, once the parallax field is calculated in step 212. A configuration and the warping step 214 are shown in drawing 2, and the detail is shown in drawing 4 R> 4. Notionally, this processing consists of two steps, parallax insertion and image warping. These two steps are usually combined with one actuation as shown at step 214 in operation. As opposed to each pixel in the image which should be compounded in the case of which count of step 214 The access [to the movement vector which pinpoints the location in the high resolution source image from a high resolution camera 206], and ** side of some of (steps 502) and pinpointed locations Access to a certain pixel, And it consists of count (step 506) of the insertion value over the compounded pixel which constitutes the synthetic (step 504) image 114 based on those pixels. Step 214 must be performed in the image resolution of a full target. Moreover, for reservation of the required image quality in the synthetic image 114, the insertion step 506 uses congruence primary or a congruence Miyoshi interpolation function at least, and must be performed.

[0042]

Still more efficient warping and configuration algorithm move, and can use for the information on parallax and others (step 508). For example, it is used in order that the location of the depth discontinuity from depth recovery may prevent the spatial insertion in warping over such discontinuity. Such insertion generates blurring in such a field. Furthermore, an occlusion field can be filled up with the information from a former frame or the former frame which follows using warping of the flow base. The above-mentioned technique in the argument on field plus parallax can be used in order to make step 508 successful.

[0043]

Moreover, temporary scintillation of the compounded image can be eliminated using the flow information which gives temporary smoothing (step 510). Inter-frame [in the sequence by which this flow information is compounded] can exist in all between an inverse image and a synthetic image. This scintillation is avoidable with a peak of the appearance descriptor of the pyramid base to the compounded field which is equipped with the field where a original high resolution frame corresponds again. These are graduated about time amount and a "texture flicker" is removed.

[0044]

A configuration and the warping step 214 are not from near [small] the pixel again, and it performs using the data collected over the image patch. For example, an image is divided into the field to which a large number were divided, therefore a re-sampling is performed about the part covered by the field in a target image (step 512).

[0045]

Recovery of depth cannot produce the perfect and precise depth evaluation in each pixel. This produces a difference between the values produced from required reinforcement or the chromaticity value, and the original high resolution image. Subsequently to the following, a warping module can choose one or more [of the option described as an amendment technique] separately or together (step 514).

- Leave a result as it is (step 516).

- Insert the data by which the rise sample was carried out from the low resolution image (step 518).

- Use the data compounded beforehand (step 520).

- The combination of the selection with the Kachi difference (JND) technique suitable exactly (step 522) by which an operator corrects a problem manually can be used. A JND technique can be performed to the sequence compounded by comparing the difference between the data from the low resolution camera which makes the JND map in which the low resolution configuration of an image, and the image quality and the parallax count scale which were compounded are shown. it applied for various JND techniques on United States patent application No.09 / March 28, 1997 [055, 076, and] for which it applied on April 3, 1989 -- said -- it applied on No.08/829,540, and March 28, 1997 -- said -- it is indicated by No.08/828,161, United States patent No.5,738,430, and United States patent No.5,694,491. ** is used for this specification as a whole among these. Furthermore, after JND is leaped by the flow field calculated from the parallax count in step 212, it is carried out between the compounded high resolution image data and the high resolution image compounded beforehand.

[0046]

If a high resolution composition image is formed in a low resolution view, in order that a original high resolution image and the compounded image may form a high resolution stereo image, it will once be used.

[0047]

Although the example by the place which this invention suggests was shown and it was explained to the detail, correcting many others based on the technical range of these suggestion and this invention will be being able to carry out easily if it is those who have the

usual knowledge on the technique concerned.

[Brief Description of the Drawings]

He can understand easily the place which this invention suggests by taking into consideration the following detailed explanation performed with reference to an attached drawing.

[Drawing 1]

It is the block diagram of the image formation equipment relevant to the image analytical method and equipment by this invention.

[Drawing 2]

It is the block diagram of the image formation equipment used for one example of this invention, and image analytical method.

[Drawing 3]

It is the flow chart of the parallax count approach.

[Drawing 4]

It is the flow chart of the image composition approach.

In order to make an understanding easy, if possible to the same member common to a drawing, the same reference number will be used for it.

[Translation done.]

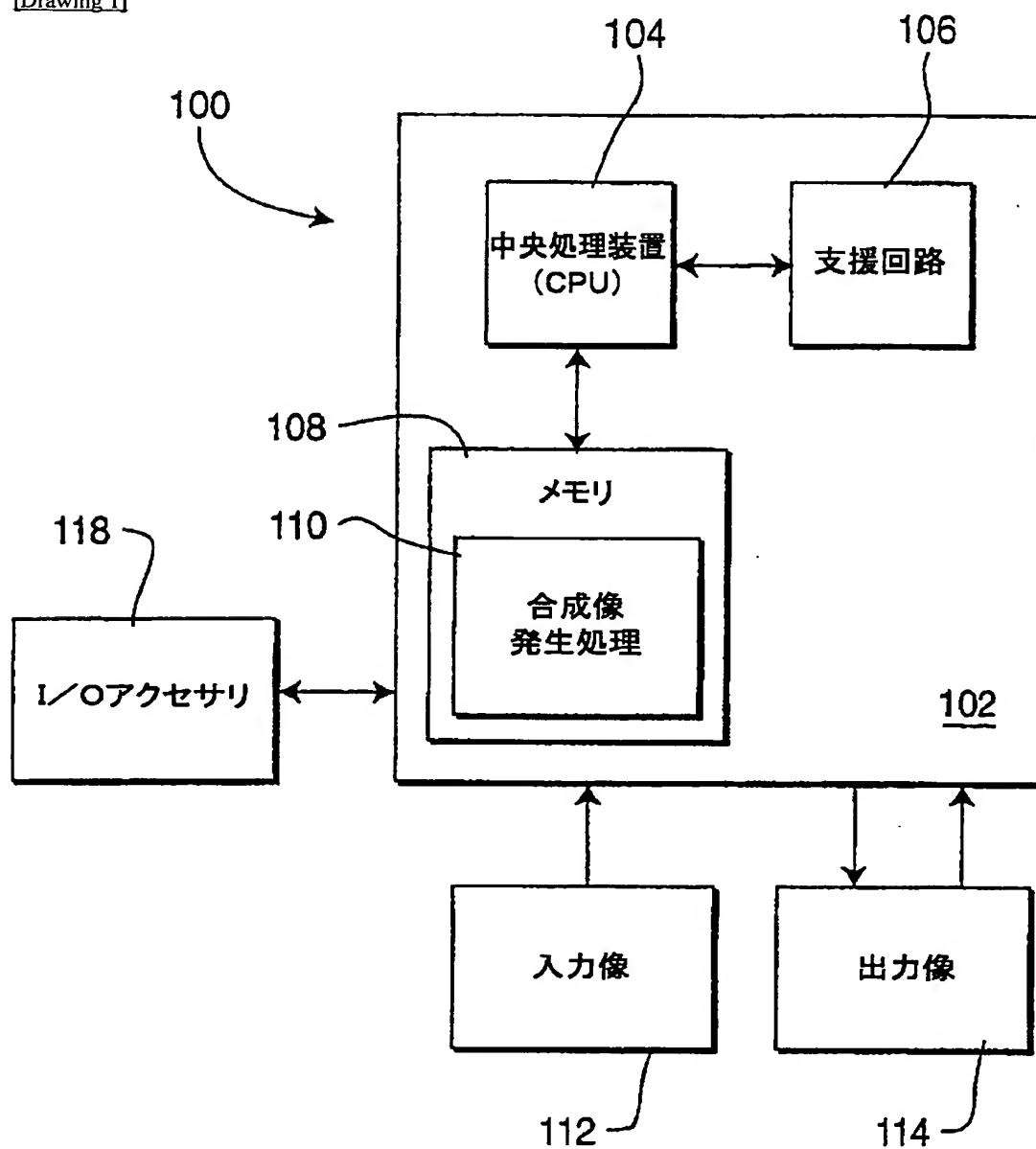
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

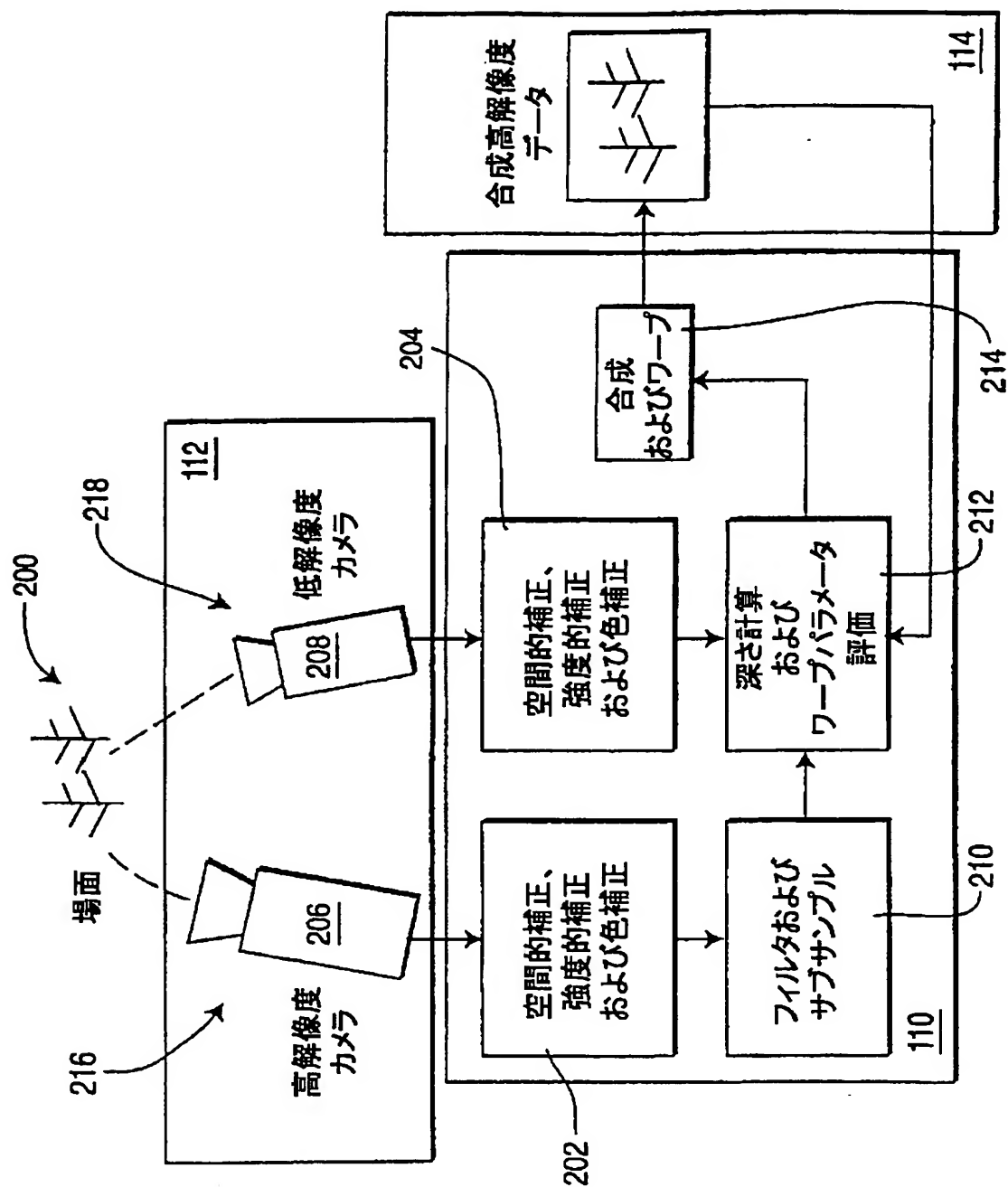
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

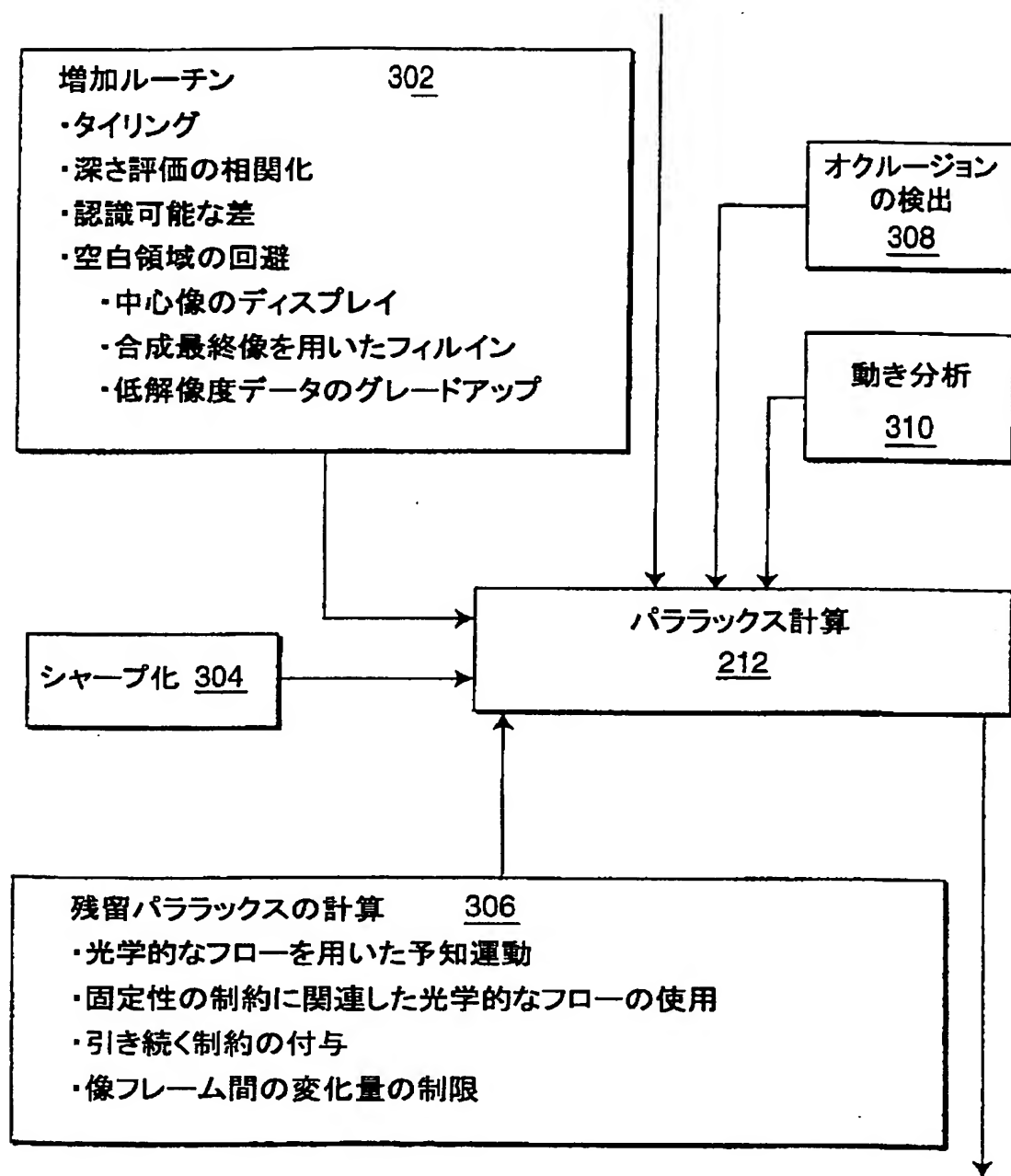
[Drawing 1]



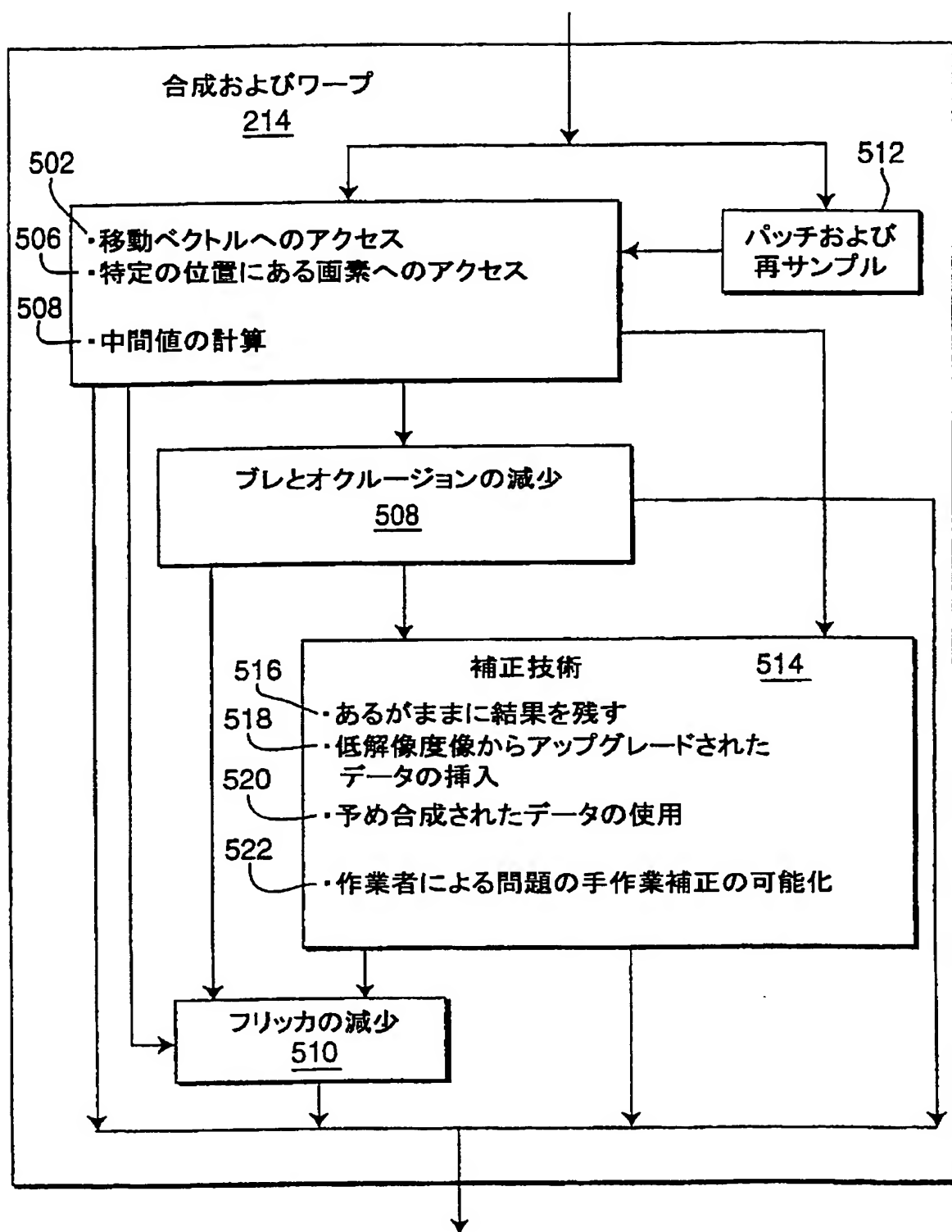
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-524937

(P2002-524937A)

(43) 公表日 平成14年8月6日(2002.8.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 N 13/02		H 0 4 N 13/02	2 H 0 5 9
G 0 3 B 15/00		G 0 3 B 15/00	M 5 C 0 2 2
	35/00		A 5 C 0 5 4
H 0 4 N 5/225		H 0 4 N 5/225	Z 5 C 0 6 1
7/18		7/18	V
		審査請求 未請求	予備審査請求 有 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2000-568261(P2000-568261)
 (86) (22) 出願日 平成11年8月30日(1999.8.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成13年2月28日(2001.2.28)
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 9 / 1 9 7 0 6
 (87) 国際公開番号 W O 0 0 / 1 3 4 2 3
 (87) 国際公開日 平成12年3月9日(2000.3.9)
 (31) 優先権主張番号 6 0 / 0 9 8 , 3 6 8
 (32) 優先日 平成10年8月28日(1998.8.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)
 (31) 優先権主張番号 0 9 / 3 8 4 , 3 9 6
 (32) 優先日 平成11年8月27日(1999.8.27)
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

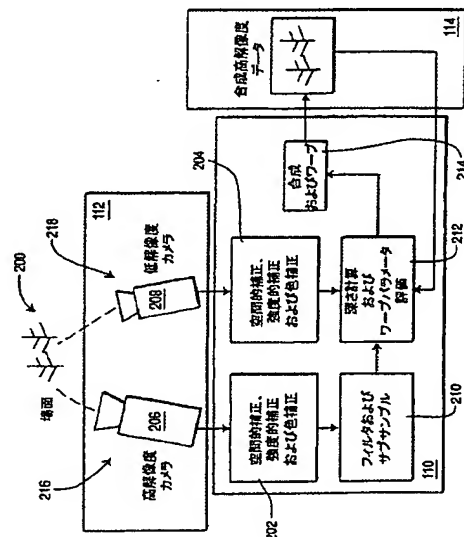
(71) 出願人 サーフ コーポレイション
 アメリカ合衆国, ニュージャージー州
 08543, プリンストン シーエヌ 5300,
 ワシントン ロード 201
 (72) 発明者 ハンナ, キース, ジェイ.
 アメリカ合衆国, ニュー ジャー
 州, プリンストン, ジョン ストリ
 ート 212
 (72) 発明者 パージェン, ジェイムズ, アール.
 アメリカ合衆国, ニュー ジャー
 州, ホープウェル, イー. プロスベ
 クト ストリート 57
 (74) 代理人 弁理士 山田 行一 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高解像度カメラと低解像度カメラとを用いて高解像度像を合成する方法および装置

(57) 【要約】

1台のカメラによって記録された像を第1の像とは異なる他の像に変換し、第1のカメラとはその特性およびパラメータが異なる1台又はそれ以上のカメラによって捕捉された像を用いるようにした方法および装置。いくつかの実施例は、カメラの空間的な位置、空間的な解像度、スペクトル特性および空間的な配置を含んでいる。装置は、配置された高解像度カメラ(206)と低解像度カメラ(208)とを用いて高解像度像を合成する。高解像度データは、低解像度データを用いてワープされて低解像度カメラ(208)の視点を備えた合成された高解像度像を発生させる。高解像度合成像発生ルーチン(110)は、高解像度カメラ(206)と低解像度カメラ(208)から得られた像データの空間的、強度的および色の収差を補正され(ステップ202)、引き続いて、補正された高解像度データをフィルタリングするとともにサブサンプリングし(ステップ210)、高解像度データと低解像度データとの間のバラックスを計算し(ステップ212)、および、高解像度像をワープして低解像度カメラ(208)の視点を備えた場



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一つの像を発生させる第1のカメラと、
少なくとも一つの特性又はパラメータを前記第1のカメラとは異ならせた少なくとも一つの追加のカメラと、

前記第1のカメラおよび前記少なくとも一つの追加のカメラに接続されて前記第1のカメラからの前記少なくとも一つの像を特性又はパラメータの一以上が異なる他の像に変換する画像プロセッサとを含む合成像を発生させる装置。

【請求項2】 前記他の像が、前記追加のカメラにおける一以上の特性又はパラメータの少なくとも一つによって変換される特許請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項3】 前記特性およびパラメータが、前記カメラの空間的な位置を含む特許請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項4】 前記特性又はパラメータが、前記カメラの空間的な解像度を包含特許請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項5】 前記特性又はパラメータが、前記カメラのスペクトル特性を含む特許請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項6】 前記特性又はパラメータが、前記カメラの座標系の空間的な配置を含む特許請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項7】 像を合成する方法において、
第1の解像度カメラから記録された第1の解像度像を供給するステップと、
第2の解像度カメラから記録された第2の解像度像を供給するステップであって、その際前記第1の解像度は、前記第2の解像度よりも大きくされているステップと、

複数の像を用いて像フローを計算するステップと、
合成像を発生させる前記像フローを用いて前記第1の解像度像を前記第2の解像度カメラの視点に対してワーピングするステップ、を含む方法。

【請求項8】 さらに、前記低解像度のためのパララックス評価を計算するステップと、

合成像を計算する際に用いるために前記パララックス評価を投影するようにし

ステップと、

を含む特許請求の範囲第7項に記載の方法。

【請求項9】 前記パララックス評価を計算するステップがさらに、

像をタイルに分解し、深さの相関を取り、丁度可知差異技術を実行し、対応をチェックし、および、空白領域を回避する技術を適用することからなるグループから選択された一以上の増加ルーチンを実行することによって前記パララックス計算を増強するステップを含む、

特許請求の範囲第7項に記載の方法。

【請求項10】 複数の指令を記憶しているコンピュータ読み取り可能な媒体において、前記複数の指令が、プロセッサによって実行されたとき、前記プロセッサに、

第1の解像度カメラから記録された第1の解像度像を供給するステップと、

第2の解像度カメラから記録された第2の解像度像を供給するステップであって、その際前記第1の解像度は、前記第2の解像度よりも大きいステップと、

複数の像を用いて像フローを計算ステップと、

合成像を発生させる前記像フローを用いて前記第1の解像度像を前記第2の解像度カメラの視点に対してワーピングするステップと、

を実行させるようにした特許請求の範囲第7項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【優先権の主張】**

この出願は、1998年8月28日に提出された米国仮出願 No. 60/098,368の35 USC § 119に基づく利益を請求するものであり、その内容は全体として本明細書に援用されている。

【0002】

この出願は、同時に提出された米国出願 No. (弁理士整理番号 SAR 13422)の開示に関連する主題を開示するものである。その内容は全体として本明細書に援用されている。

【0003】

この発明は、画像プロセッサに関するものであり、さらに詳しくは、この発明は、一以上の特性又はパラメータの異なる2以上のカメラからの高解像度の合成像を発生させる方法および装置に関するものである。

【0004】**【従来の技術】**

娯楽およびその他の用途において、観察者が三次元の場면을観察できるように場面の高解像度ステレオ像を得ることができる役立つ。このような高解像度像を得るために、従来の技術に共通して使われているのは、互いの位置をずらして配置された2台以上の高解像度装置又はカメラの使用である。第1の高解像度カメラは、この第1の高解像度カメラとは異なる視点から撮影された他の高解像度像と合成される像又は像シーケンスを捕捉して、場面のステレオ像を発生させる。

【0005】

しかしながら、複数の高解像度カメラを使ったステレオ像の創出は、難しいとともに非常にコストがかかる。場면을記録するために使われる高解像度カメラの数は、ステレオ像の製造コストの大部分を占める。その上、高解像度カメラは、大きくて扱いにくい。従って、場面がフィルムに収められるという容易さは、わずらわしさとなり得る。さらに、撮影現場はこのような高解像度カメラの大きさを収容できないことがあるので、ステレオ像を作成できる撮影現場には、限りがある。

ある。

【0006】

従って、特性又はパラメータの異なる複数のカメラから一以上の合成像を作成することのできる方法および装置が、望まれている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

従来技術に見られる不利益は、1台のカメラによって記録された像を第1の像とは異なる他の像に変換し、第1のカメラとはその特性およびパラメータが異なる1台又はそれ以上のカメラによって捕捉された像を用いるようにした方法および装置からなるこの発明によって克服される。いくつかの実施例は、カメラの空間的な位置、空間的な解像度、スペクトル特性および空間的な配置を含んでいる。この発明の一つの実施例は、高解像度の像を発生させる高解像度カメラおよび像プロセッサに接続された低解像度の像を発生させる低解像度カメラからなる装置である。像プロセッサは、種々の像フローおよびパララックス評価計算を実行し、および、高解像度像を低解像度カメラの視点に対してワープする。

【0008】

発明は、ソフトウェアルーチンとして、又は、ソフトウェアおよびハードウェアの組み合わせとして具体化された方法を含んでいる。この発明による方法は、高解像度の像を像データに供給し、低解像度の像を像データに供給し、像を処理し、次いで、高解像度像を低解像度カメラの視点に対してワープして合成像を形成するステップからなる。このようにして、原高解像度像および合成像は、単一の高解像度カメラのみの使用で高解像度のステレオ像を形成するのに使われる。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1は、この発明による高解像度合成像発生装置100を示している。入力シーケンス112は、コンピュータ102に供給される。入力シーケンス112は、一つの時点における一対のフレームと、時間をかけた、又は、一連のフレームにおける一連のフレーム対とからなることができる。コンピュータ102は、中央処理ユニット(CPU)104、支援回路106、および、メモリ108から

なる。このメモリ108内に位置するのは、高解像度合成像発生ルーチン110である。高解像度合成像発生ルーチン110は、フロッピー（登録商標）ディスク、CD、遠隔メモリソースのようなその他のソースから又はネットワークを介して交互に読み取り可能である。さらに、コンピュータは、入力／出力アクセサリ118に接続されている。動作を簡単に説明すると、入力ビデオシーケンス112は、コンピュータ102に供給され、高解像度合成像発生ルーチン110の作動後に、コンピュータは、合成高解像度像114を出力する。

【0010】

センサの空間的位置に関連する変換の実施例は、以下に述べられるパララックス回復方法である。センサの空間的解像度に関連する変換の実施例は、BurtおよびAdelsonにより“Laplacian Pyramid as a compact Image code”において述べられており、そこでは、像は、像ピラミッドを計算する処理において一方の解像度から他方の解像度に変換される。センサのスペクトル特性に関連する変換の実施例は、HSL（色、サチュレーション、明るさ）からRGB（赤、緑、青）へのマッピングであり、これは、Andrew Glassner によって編集された“Graphics Gems”, Academic Pressに記載の通りである。一つのセンサから記録される像の、その他の空間的な配置に対する空間的な配置に関係する変換の実施例は、S. BakerおよびS.K. NayarによるProceedings of the 6th International Conference on Computer Vision, p.35-42, Bombay, India, January, 1998における“A Theory of Catadioptric Image Formation”に記載されている。また一つのセンサから記録される像の、その他の空間的な配置に対する空間的な配置に関係する変換のその他の実施例は、Journal of Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol.14, p.365-372, 1980にSandiniおよびTagliascoによって“An Anthropomorphic Retina-Like Structure for Scene Analysis”に記載されている。

【0011】

さらに詳しくは、以後、ルーチン110とされる高解像度合成像発生ルーチン110は、図2からより詳細が理解される。この発明の処理はソフトウェアルーチン110として実行されるが、ここで開示される方法によるステップのいくつかは、ソフトウェアコントローラによるのと同様にハードウェアにおいて実行さ

ることができる。この発明は、コンピュータシステム上で行なわれるソフトウェアにおいて、アプリケーションを特定した集積回路としてのハードウェア又はその他のタイプにおけるハードウェアにおいて、又は、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせにおいて実行できる。このようにして、ルーチン110のそれぞれのステップは、また、等価のアプリケーションを特定したハードウェア装置（モジュール）、又は、ソフトウェアとの組み合わせにおいて使われるハードウェア装置を備えるものとして解釈されなければならない。

【0012】

高解像度合成像発生ルーチン110は、高解像度カメラ206および低解像度カメラ208から入力112を受け取る。高解像度カメラ206は、第1の視点216から場面200を観察し、他方、低解像度カメラ208は、第2の視点218から場面200を観察する。高解像度カメラ206は、低解像度カメラ208の像解像度よりも高い像解像度を備えている。高解像度カメラ206は、多数の異なるデータ出力フォーマットを備えた多数の異なる装置からなることができ、これは、当該技術に通常の知識を備えた者であれば、この発明の示唆するところによっていかなる数の装置、データフォーマットおよび／又はプロトコルを適用することもできる。一つの実施例において、高解像度カメラ206は、例えば、IMAX社から購入できるMSM9801カメラのような高画質カメラである。同様に、低解像度カメラ208は、当該技術に通常の知識を備えた者であれば、上述したように種々の装置にルーチン110を容易に適用できるので、種々の数の装置により構成することができる。一つの実施例において、低解像度の装置は、例えば、標準画質のビデオカメラのような高解像度の装置の解像度よりも低い解像度を備えたカメラである。例えば、像解像度は、少なくとも 8000×6000 画素/cm²を備えることができ、低解像度像は、 1000×1000 画素/cm²を備えることができる。

【0013】

ルーチン110は、高解像度カメラ206から入力データを受け取って、ステップ202において空間的収差、強度的な収差、および、色収差を補正する。色収差は、例えば、レンズの収差により生じる。その補正が、ルーチン110にお

いて実行される引き続くステップの精度を改善するために必要である。レンズの収差関数を述べているパラメータ的関数を計算するための方法は周知である。例えば、H.S.SawhneyおよびR.KumarによってTrue Multi-Image Alignment and its Application to Mosaicing and Lens Distortion, Computer Vision and Pattern Recognition Conference proceedings, p.450-456, 1997に記載されている校正手続きを用いるステップ202においてパラメータは、回復される。その内容は全体として本明細書に援用される。

【0014】

色および強度の補正も、ステップ202において実行される。低解像度カメラ208からの像データが、高解像度カメラ206からのデータと一体化し、場面の色および強度に応答するいかなる差とも一体化し、又は、例えば、レンズのビグネッティングによる装置におけるいかなる差とも一体化するので、これらの補正は、必要であり、しかも、結果として合成された像114における像の人為的な構造を生じさせるので必要である。補正は、一つの装置から次の装置への色および強度のマッピングが判るように装置（すなわち、高解像度カメラ206および低解像度カメラ208）を予め校正しておくことによって実行される。それぞれの装置からの測定された色および強度補正情報は、ルックアップテーブルに記憶されるか又はパラメータ的関数として記憶される。

【0015】

低解像度カメラ208からの入力データはまた、ステップ204において空間的な収差、強度的な収差および色収差について補正される。ステップ204における低解像度収差を補正する処理は、ステップ202において実行された補正と同じ処理をフォローする。

【0016】

ステップ202からの補正された高解像度データは、ステップ210において引き続きフィルタされるとともにサブサンプルされる。ステップ210の目的は、高解像度像の解像度を下げ、低解像度像の解像度にマッチさせることにある。ステップ210は、この高解像度像に現われる特徴が低解像度像には現われないために、および、誤差が深さ回復処理（下記の図3に示すステップ306）にお

いて生じるために必要である。特に、これらの誤差は、深さ回復処理306が高解像度像および低解像度像間の対応を判断しようと試みるために生じるものであって、特徴が一方の像に存在し、他方に存在しないときには、この対応処理は、本質的に誤差を発生させる傾向にある。

【0017】

ステップ210は、まず、高解像度カメラ206および低解像度カメラ208間における空間的解像度の差の計算によって実行される。これは、予めの校正ステップとして実行され、2台のカメラ間の相対的な画素/cm²の規模が計算される。例えば、この相対的な規模は、この2台のカメラによって観察される所定の形状における長さの比又は面積比の平方根で与えられる。空間的な解像度の差から、コンボリューションカーネルが計算され、これは、高解像度像における高周波成分を少なくして残りの周波数成分が低解像度イメージャにおけるそれらの成分とマッチするようにする。これは、標準のサンプリング理論を使って実行できる（例えば、以後全体として本明細書に援用される、P.J.BurtおよびE.H.AdelsonによるThe Laplacian Pyramid as a Compact Image Code, IEEE Transactions on Communication, Vol. 31, p. 532-540, 1983参照）。

【0018】

例えば、高解像度像および低解像度像が上下方向および水平方向に係数2だけ空間的な解像度において相違しているとする、適切なフィルタカーネルは、 $\begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} / 16$ である。フィルタカーネルは、まず上下方向に、次いで水平方向に適用される。高解像度像は、係数2によってサブサンプルされ、高解像度イメージャから取り出された像データの空間的なサンプリングが、低解像度イメージャのそれに一致する。

【0019】

ステップ210において、高解像度像データが一旦フィルタされ、サブサンプルされると、パララックスが、各々のフレーム時間においてステップ212において計算され、高解像度データの組および低解像度データの組における視点216および視点218間の関係を定める。より詳細には、ステップ212のパララックス計算は、場面200の視点の差である視点216および視点218から撮

像された像間の像画素の移動を計算するものである。

【0020】

このパララックス情報は同一の時点において記録された場面の異なる視点（それぞれ、216および218）を備えた二つの入力像間の関係に依存するので、最初に低解像度像の空間解像度から計算される。これは、ステップ210に関連して上述したように適切なフィルタリングおよびサブサンプリング処理を用いて高解像度入力像を再サンプリングすることによって行なうことができる。

【0021】

ステップ212の計算は、校正情報の有用性および精度について行なわれる仮定に基づいて多かれ少なかれ抑制されたアルゴリズムを使って実施される。極端に抑制されていないケースでは、二次元のフローベクトルが像内の画素のそれぞれに対して計算され、その整合が図られる。エピポーラ構造が安定していて正確に知られているときは、計算はそれぞれの像点に対して単一値になる。

【0022】

多くの状況、特にパララックスの大きさが大きいとき、ステップ12においていくつかの部分的なパラメータ的面に関して計算すると効果的である。パララックス計算は、事実上、像フローの抑制された計算である。パララックス計算の一つの方法が、「面プラスパララックス」として知られている。この面プラスパララックス表現は、評価されるべき大きさ／画素量を小さくするのに使うことができる。例えば、場面200が多数のほぼ平面のファセットを備えた都市の場面であるとき、パララックスは、構造の追加の面から外れた構成要素を備えた二次元的な層の組み合わせとしてステップ212において計算できる。面プラスパララックス方法を実行する手続きは、1995年6月22日に出願された米国特許出願No.08/493,632、R.KumarなどのDirect Recovery of Shape From Multiple Views: A Parallax Based Approach¹²、ICPR、1974、Harpreet Sawhney、3D Geometry From Planar Parallax、CVPR94、June 1994、および、A.Shashua およびN.Navab Relative Affine Structure、Theory and Application to 3D Construction From 2D Views、IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition、June 1994に詳細に記載されており、その内容は全体として本明細

書に援用されている。

【0023】

その他のアルゴリズムが、面プラスパララックス方法の代わりにパララックス分析を行なうために使うことができる。これらのアルゴリズムは、通常、マルチ解像度像ピラミッド表現を用いて粗・細繰り返し評価処理を用いている。これらのアルゴリズムは、小さな解像度において像移動の評価を開始し、次いで、順次より微細な解像度レベルにおける繰り返されるワーピングと残留移動評価を介してこれらの評価を精密にする。これらの方法におけるキーとなる利点は、大きな移動が存在しても移動評価においてサブ画素精度を与えることができる非常に効率的な計算を行なうことができることである。多数の刊行物が、ステップ212のパララックス計算において使われる基本的な技術について述べている。このような技術の詳細は、1993年11月2日に登録された米国特許第5,259,040号、J.R.BergenなどによるHierarchical Model-Based Motion Estimation、2nd European Conference on Computer Vision、p.237-252、1992、K.J.HannaによるDirect Multi-Resolution Estimation of Ego-Motion and Structure From Motion、IEEE Workshop on Visual Motion、p.156-162、1991、K.J.HannaおよびNeil E.Okamoto、Combining Stereo and Motion Analysis for Direct Estimation of Scene Structure、International Conference on Computer Vision、p.357-356、1993、R.KumarなどによるDirect Recovery of Shape From Multiple Views:A Parallax Based Approach ICPR、p.685-688、1994、および、S.AyerおよびH.S.SawhneyによるLayered Representation of Motion Video Using Robust Maximum-Likelihood Estimation of Mixture Models and MDL Encoding International Conference on Computer Vision、p.777-784、1995に記載されており、その内容は全体として本明細書に援用されている。

【0024】

ステップ212は上述した面プラスパララックス方法を用いて単純にパララックスを計算することで満足されるが、ステップ212の基本的な2フレームステレオパララックス計算をより強靱で信頼性のあるものにするために使うことができる多くの技術が存在する。それらの技術は、ステップ212の精度を改善する

ために単独であるいは組み合わせで実行される。それらの技術は、図3のブロック図に描かれており、および、増加ルーチン302、シャープ化ルーチン304、残留パララックス306を計算するルーチン、オクルージョン検出ルーチン308、および、動き分析ルーチン310を含む。それらの技術はパララックス計算の改善に効果ありとして議論されるが、同じ増加処理が、像フロー計算に適用できて像フロー評価の精度を高めている。

【0025】

増加ルーチン302は、基本的な2フレームステレオパララックス計算をより強靱で信頼性のあるものにする。一つのアプローチが、像をタイルに分解し、および、それぞれのタイルの中で、パラメータでの表示が、優勢な面であり、パララックスである。特に、優勢な面は、正面の面である。それぞれのタイルに対する平らなパラメータでの表示は、全体的な回転および移動により抑制される（これは、ステレオセットアップの予めの校正から知られており、又は、直接法を用いることによって解決できる）。さらに、単一のエピソード抑制が、すべての平らなタイルのすべてのパララックスベクトルに適用される。

【0026】

その他の増加ルーチン302が、パララックス計算に誤差を生じさせるオクルージョンおよびテクスチャの無い領域を処理する。オクルージョンおよびテクスチャの無い領域を処理するために、二つのフレームにまたがる深さ一致が窓の大きさを変化させることにより、および、粗から微細への空間的周波数から実行される。多数の窓の大きさが、深さ評価の一貫性と相関の質をテストするために所定の解像度レベルにおいて用いられる。深さ評価は、少なくとも二つの窓の大きさが一貫性のある深さ評価を持った受け入れ可能な相関レベルを生じさせたときのみ信頼性があると考えられる。さもなければ、そのレベルの深度は、更新されない。考慮の対象となっている窓が十分なテクスチャを持っていないときは、深さ評価は無視され、大きな窓の大きさからの一貫性のある深さ評価が可能ならば好ましい。深さが定められないでいる領域は、前処理を用いて、すなわち、予めの合成フレームからのデータを用いて満たされるようにして分類され、又は、低解像度データを用いた一時的な予測により、すなわち、低解像度データを

サンプリングして合成像114内の分類された領域を満たす。パララックス計算を改善するための多数の窓を用いる処理は、同時に出願された米国特許出願第号（弁理士整理番号No.SAR13422）に開示されており、その内容は、全体として本明細書に援用される。

【0027】

増加ルーチン302を用いるその上のアプローチは、深さ評価を最適化するための丁度可知差異（JND）モデルを用いるものである。例えば、強度差のような典型的な像の尺度は、深さ表現の誤差を定量化するために使われる。しかしながら、それらの尺度は、観察者に最も視認できる誤差を測定することを試みるJND測定により補われるものである。JND方法を用いることへのアプローチは、以下に詳細に説明される。

【0028】

追加の増加ルーチン302は、像位置対応を計算するアルゴリズムを提供する。まず、像位置におけるすべての潜在的な対応は、最も遠方の範囲における所定のカメラの回転および移動によって定められ、次いで、対応が、順次より近い範囲に対応する点位置において連続的にチェックされる。隣接範囲間で回復された対応間の一貫性は、この対応に対する精度の尺度を与える。

【0029】

その他の増加ルーチン302は、合成された像の周囲における空白領域を与えない。高解像度像がワープされて異なる位置に現われるので、合成された像の像境界は、原合成像と一致しない。このような領域は潜在的に空白を残すものである。この問題は、三つのアプローチを用いて解決される。第1のアプローチは、原像である高解像度像の中心窓のみをディスプレイすることであり、従って、問題となる領域はディスプレイされない。第2のアプローチは、予め合成されたフレームからのデータを用いて境界の領域を充填することである。第3のアプローチは、低解像度装置からのデータをフィルタリングしてアップサンプリングし、そのデータを像境界に挿入することである。

【0030】

追加の増加ルーチン302は、全体的な3Dおよび局所的な（マルチ）面抑制

を与えるアルゴリズムを提供する。特に、タイル化されたパラメータ的な（タイルにまたがってソフト抑制を行なう）および滑らかな残留フローとしてのフレーム対間にフローを表現するアプローチがある。さらに、タイルがタイル当り少数のパラメータ的な層で表現できる。二つのフレーム（ステレオ）にまたがって全体的な3D抑制があるときは、タイルは、パッチ内に2以上の面が存在できる平らな層として表現される。

【0031】

ステップ212におけるパララックス計算の質を改善するためのその他の方法は、シャープ化ルーチン304を用いることである。例えば、不連続範囲又はその他の転移の付近において、計算処理212において使われる有限の空間的な支援のために中間的に評価されるパララックスの典型的な領域がある。このような転移のはっきりとした検出および引き続くパララックスフィールドの「シャープ化」は、それらの誤差を小さくする。この基本的な処理の拡大として、像シーケンスの初期（および潜在的に後期）の部分からの情報は、高解像度像114の合成を改善するために使われる。例えば、オクルージョン領域にある像の詳細は、先行する又は引き続くフレームにおいて高解像度装置から観察できる。この情報の使用は、パララックスの計算と同様にフレームからフレームへの動きの情報を計算するために必要である。しかしながら、この追加の計算は、全体シーケンスの処理中の継続ベースではなく誤差の補正が必要なときに実行される。

【0032】

さらに、ステップ212のパララックス計算は、以下に述べられる方法又は残留パララックス306を計算するのと等価な方法を用いて残留パララックス（深さ）を計算することによって改善される。一つの方法は、動いているステレオシーケンスが例えば15-65フォーマットされた高解像度静止像であるとして使えるとき、さらに深さ/ディスパリティ計算を抑制するために時間に関して深さの一貫性を計算する。同時に捕捉された2個の像について、固定性の抑制が、有効であるとともに概略を述べたように深さの2フレーム計算に使え。多数のステレオフレームに対して、光学的なフローが、時間に関して対応するフレーム間で計算される。光学的なフローは、新しいフレームにおける深さの予測手段とし

て機能する。新たなフレーム内で、深さ計算は、予測された深さ評価から来るソフトな抑制による抑制を受けつつ、対にして行なわれる。これは、時間的に前方および後方に行なわれる。従って、評価が一時点において有効であるが、他の時点においてはそうではない領域は、両方の時点について充填できることになる。

【0033】

残留パララックス306を計算する他の方法は、多数のステレオ対について同時に深度／ディスパリティ計算に対する固定性の抑制に沿って光学的なフロー抑制を使うことである。特に、場面200の大部分が固定性であるとき、一時的な固定性抑制が、同時に2フレーム間に固定性の抑制があるときと正確に同じに深さ計算においてパラメータで表示される。場面200内に別個に動いている要素があるとき、時間に関する光学的なフロー抑制は、マルチ時間インスタント深さ計算の一部としてソフトな抑制として使える。

【0034】

残留パララックス306を計算する他の方法は、時間に関する一貫性として深さを抑制して一時的なシーケンスに対する整合性を改善するとともに一貫性を維持することである。例えば、一旦、深さが一時点について回復されると、次のフレーム時間における深さは、古いフレームおよび新しいフレーム間で回復されたカメラの回転および移動による深度のずれによって予測できる。このアプローチはまた、適切に識別された外形又はオクルージョン境界の位置を広げてパララックス又はフロー計算を改善するように展開することができる。

【0035】

残留パララックス306を計算する他のアプローチは、即時の深さを解決するのではなく、一時的な滑らかなステレオのために直接の解決を図り、従って、結果をスムーズにするために引き続く抑制を与えることである。これは、組み合わせられたエピソードおよびフロー抑制を用いて展開できる。例えば、予め合成されているフレームを使うことが考えられる。新たに合成されたフレームに与えられた状態は、即時のパララックス計算に一貫性を持っていることと、以前に発生させられているフレームに関して時間的に滑らかでことである。後者の状態は、以前のフレームに基づいてフローベースの予測を行なうことにより、および、そ

の予測部分と誤差項目との違いを形成することにより与えられる。同様にして、シーケンスが既に発生しているときは、パララックスベースのフレーム（すなわち、ワープされた高解像度像）は、フローベースの一時的に挿入されたフレームと比較できる。この比較は、問題領域を検出するためにもパララックス計算を洗練するためにも使える。このアプローチは、固定性の仮定をしなくても使うことができ、構造／パララックス抑制に関連させなくても使うことができる。後者の場合、フローベースの計算は、固定の部分が補正された後に残留動きに関して実行することができる。これは、一つのフレーム内におけるすべての画素にわたる全体的な固定動き抑制に沿ってフレームにまたがって二次元的な抑制を適用するように拡張できる。

【0036】

さらに、合成像114を用いて構成された三次元構造における合成ステレオシーケンスの不安定性による潜在的な問題を回避する残留パララックス306を計算する方法は、フレーム間における深さ変化の量を制限することである。この問題をなくすために、一時的な平滑化を用いて抽出されたパララックス構造における一時的な変動を避けることが重要である。この平滑化の簡単な形が、以前の評価を更新するとき導入された変化量を単に制限することによって得られる。システムのこれを行なうためには、フレーム内パララックス計算の実行と同様にインターフレーム動き分析が必要である。

【0037】

オクルージョン検出308は、合成されるべき視野の領域が高解像度カメラの位置から見えないときに助けになる。このようなときに、その領域における像情報に対して別のソースを用いることが必要である。これを行なう前に、このような状況が発生していることを検出しなければならない。これは、像の対応が双方向的に計算されるときに得られる結果を計算することによって得られる。オクルージョンが問題でない領域において、左右の対応を計算することから、および、左右の対応の一致を計算することから得られる評価されたずれである。オクルージョンの領域において、これらは通常一致しない。これは、オクルージョン領域を方法に検出させる。オクルージョン状態はまた、パララックスフィールドそれ

自身の構造から予測できる。これが時間に関してある程度まで安定しているときは、オクルージョンのあるらしい領域は、以前のフレーム中にマークすることができる。次いで、双方向技術が、状態を確認するために使える。

【0038】

動き分析310がまた、ステップ212のパララックス計算を改善する。動き分析310は、捕捉されたシーケンスにおけるフレーム・フレーム動き分析を含んでいる。この情報は、一時点において見えない領域が他の時点において見えた（又は見えるようになる）ためにオクルージョンを解決するために使えるのである。さらに、一時的な安定性の問題が、シーケンスのいくつかのフレームにまたがって一貫性のある三次元的な構造を求めることによって回避される。

【0039】

フレーム・フレーム動き分析は、通常、観察された像変化を視点の変化（すなわち、カメラの動き）、三次元的な構造および物体の動きによる構成要素に分解することからなる。この再構成の実行を行なうためおよびそれぞれの構成要素の評価を行なうための技術の集成が存在する。これらの技術は、直接的なカメラ動き、動きパララックス評価、同時動きおよびパララックス評価、および、動きする物体又は多くの深さの面を内容とする層抽出からなる。これらの技術のキーとなる構成要素は、「面プラスパララックス」表現である。このアプローチにおいて、パララックス構造は、面（又はその他のパラメータ表示面）に引き起こされた動き、プラス、局所的な面構造による引き起こされた動きの変化を内容とする画素当りの残留パララックスマップとして表現される。計算方法的には、上述されたパララックス評価技術は、カメラ動きが固定のステレオベースラインによって与えられるケースに対して動き分析技術の基本的に特別なケースである。

【0040】

処理を効率的に改善するためには、パララックス計算（又はフロー計算）は、低解像度像の解像度において実行できる。次いで、パララックス情報は、投影されてより高い解像度において対応するマップを形成する。引き続く像ワーピングおよび／又は構成処理は、次いで、投影されたパララックス情報を用いて実行される。

【0041】

パララックスフィールドが、一旦、ステップ212において計算されると、これは、ステップ214における高解像度合成像114を発生させるために使われる。構成およびワーピングステップ214が図2に示されており、その詳細が図4に示されている。概念的に、この処理は、パララックス挿入および像ワーピングの二つのステップからなる。実施に当って、これらの二つのステップは、通常、ステップ214で示されているような一つの操作に結合される。いずれの場合においても、合成されるべき像におけるそれぞれの画素に対して、ステップ214の計算は、高解像度カメラ206からの高解像度ソース像内の位置を特定する移動ベクトルへのアクセスと（ステップ502）、特定された位置のいくつかの近傍ある画素へのアクセスと、および、それらの画素に基づいて（ステップ504）合成像114を構成する合成された画素に対する挿入値の計算（ステップ506）とからなっている。ステップ214は、フルターゲットの像解像度において実行されなければならない。また、合成像114における必要な像質の確保のために、挿入ステップ506が、少なくとも双一次又は双三次内挿関数を用いて実行されなければならない。

【0042】

さらに効率的なワーピングおよび構成アルゴリズムが、動き、パララックス、その他の情報のために使える（ステップ508）。例えば、深さ回復処理からの深度不連続の位置が、このような不連続にまたがるワーピングにおける空間的な挿入を阻止するために使われる。このような挿入は、このような領域におけるぶれを発生させる。さらに、オクルージョン領域は、フローベースのワーピングを用いて以前のフレーム又は後続するフレームからの情報で充填できる。面プラスパララックスの議論における上述の技術は、ステップ508を成功させるために使うことができる。

【0043】

また、合成された像の一時的なシンチレーションは、一時的な平滑化を与えるフロー情報を用いて排除することができる（ステップ510）。このフロー情報は、合成されるシーケンスにおけるフレーム間でも、原像および合成像間のいず

れにも存在できる。このシンチレーションはまた、原高解像度フレームの対応する領域を備える合成された領域にピラミッドベースの外観記述子をピークにすることにより回避できる。これらは、時間に関して平滑化されて「テクスチャフリッカ」を除去される。

【0044】

構成およびワーピングステップ214はまた、画素の小さな近傍からではなく、像パッチにわたって集められたデータを用いて実行される。例えば、像は、多数の分割された領域に分けられて、従って、再サンプリングが、ターゲット像内の領域にカバーされる部分について行なわれる（ステップ512）。

【0045】

深度の回復は、それぞれの画素における完全で精密な深度評価を生じることができない。これは、必要な強度又は色度値および原高解像度像から生じた値の間に差を生じる。ワーピングモジュールが、次いで、補正技術として以下に述べるオプションの一以上を別個に又は一緒に選択することができる（ステップ514）。

- ・あるがままに結果を残す（ステップ516）
- ・低解像度像からアップサンプルされたデータを挿入する（ステップ518）
- ・予め合成されたデータを使う（ステップ520）
- ・問題を作業者が手作業で修正する（ステップ522）

丁度可知差異（JND）技術は、適当な選択の組み合わせを使うことができる。JND技術は、合成された像の低解像度形状および画質・パララックス計算尺度を示すJNDマップを作り出す低解像度カメラからのデータ間の差を比較することによって合成されるシーケンスに対して実行できる。種々のJND技術が、1989年4月3日に出願された米国特許出願No. 09/055, 076, 1997年3月28日に出願された同No. 08/829, 540、および、1997年3月28日に出願された同No. 08/828, 161、米国特許No. 5, 738, 430および米国特許No. 5, 694, 491に記載されている。これらの内容は、全体として本明細書に援用される。さらに、JNDは、ステップ212におけるパララックス計算から計算されたフローフィールドによりワー

ブされた後、合成された高解像度像データと、予め合成された高解像度像との間に実施される。

【0046】

高解像度合成像が、一旦、低解像度視点において形成されると、原高解像度像および合成された像は、高解像度ステレオ像を形成するために使われる。

【0047】

この発明の示唆するところによる実施例が示され、詳細に説明されたが、これらの示唆およびこの発明の技術的な範囲に基づいて多くのその他の修正を施すことは、当該技術に通常の知識を有する者であれば容易に行なうことができることであろう。

【図面の簡単な説明】

この発明の示唆するところは、添付の図面を参照して行なわれる以下の詳細な説明を考慮することによって容易に理解できるものである。

【図1】

この発明による像分析方法および装置に関連する像形成装置のブロック図である。

【図2】

この発明の一実施例に用いられる像形成装置および像分析方法のブロック図である。

【図3】

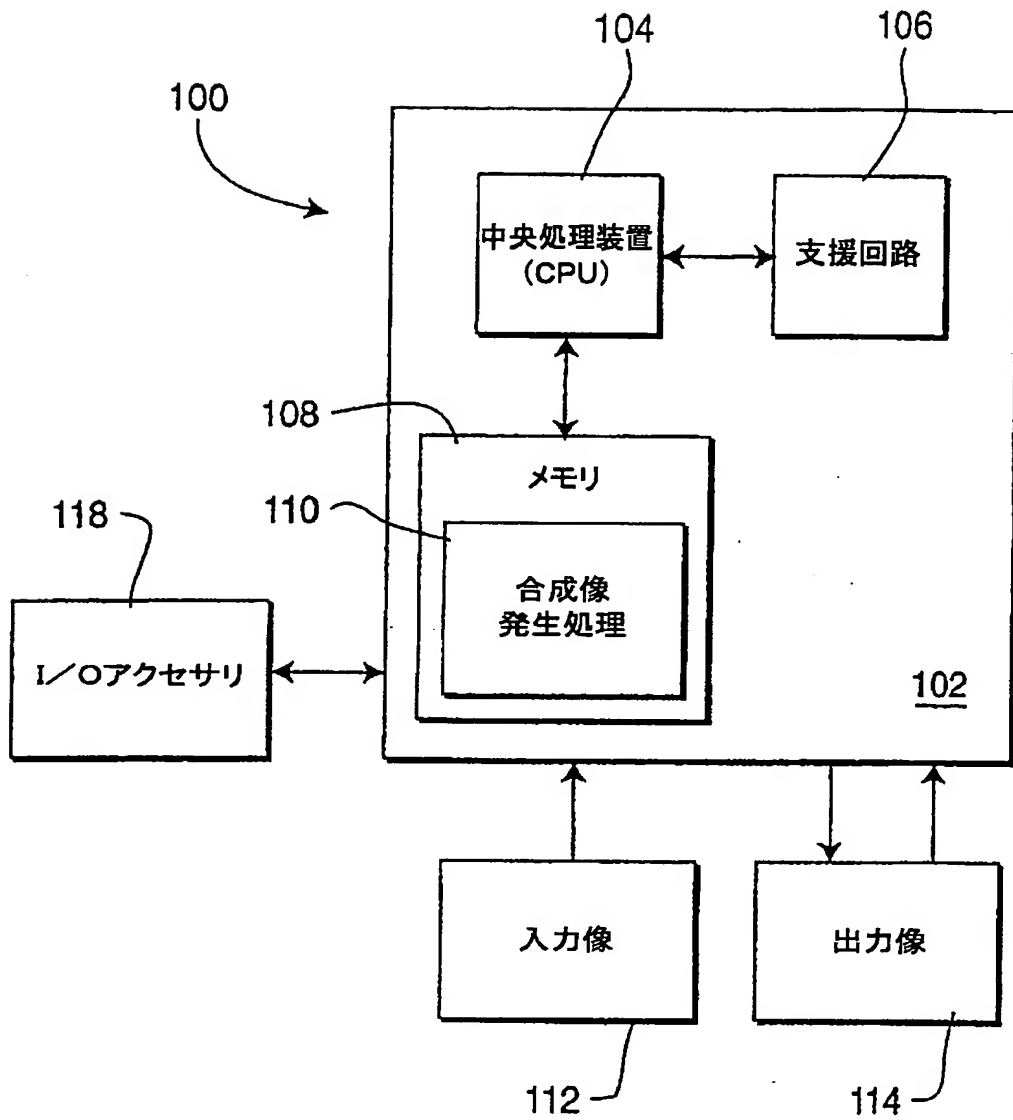
パララックス計算方法のフローチャートである。

【図4】

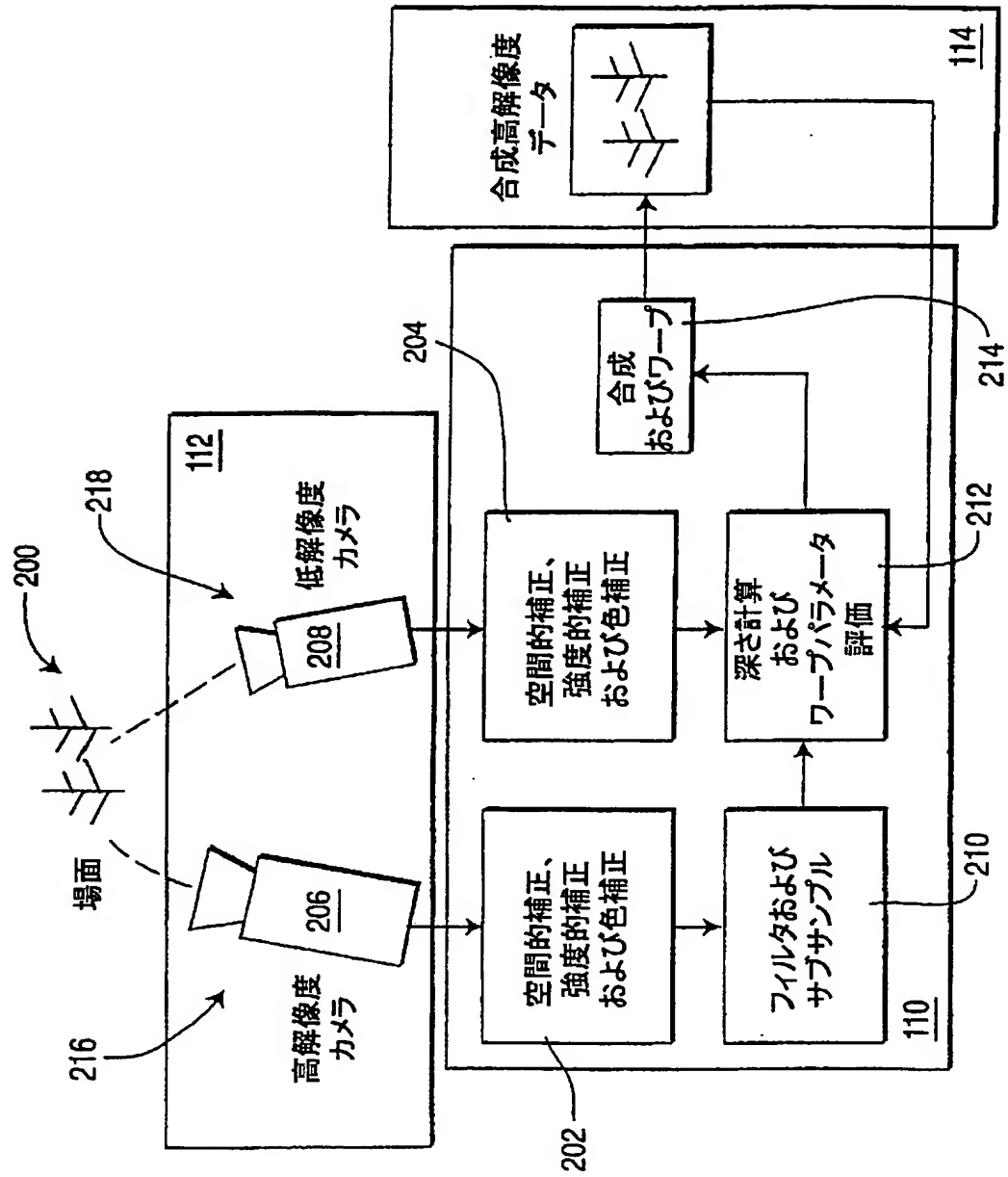
像合成方法のフローチャートである。

理解を容易にするために、図面に共通している同一の部材には可能ならば同一の参照番号が使われる。

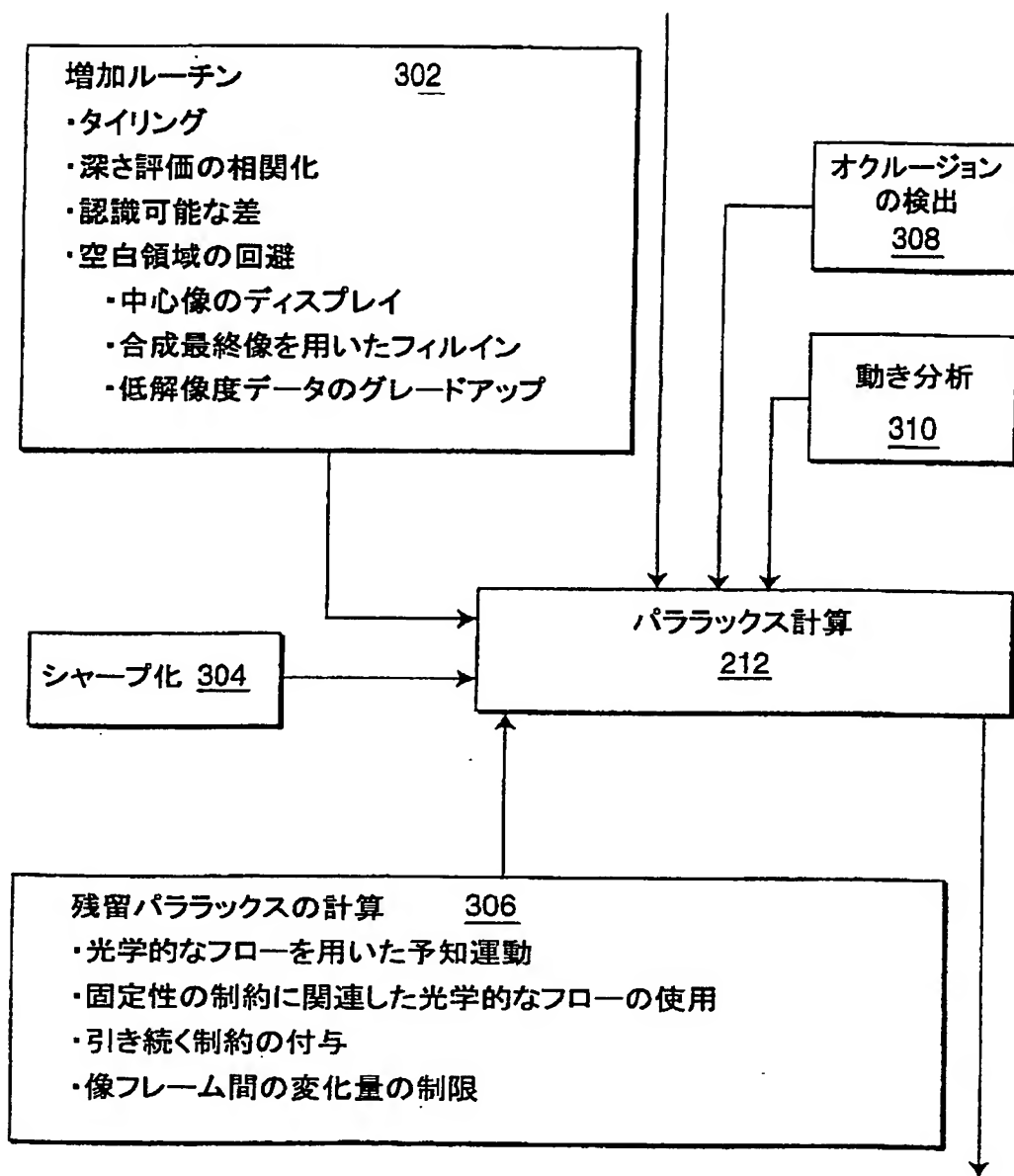
【図1】



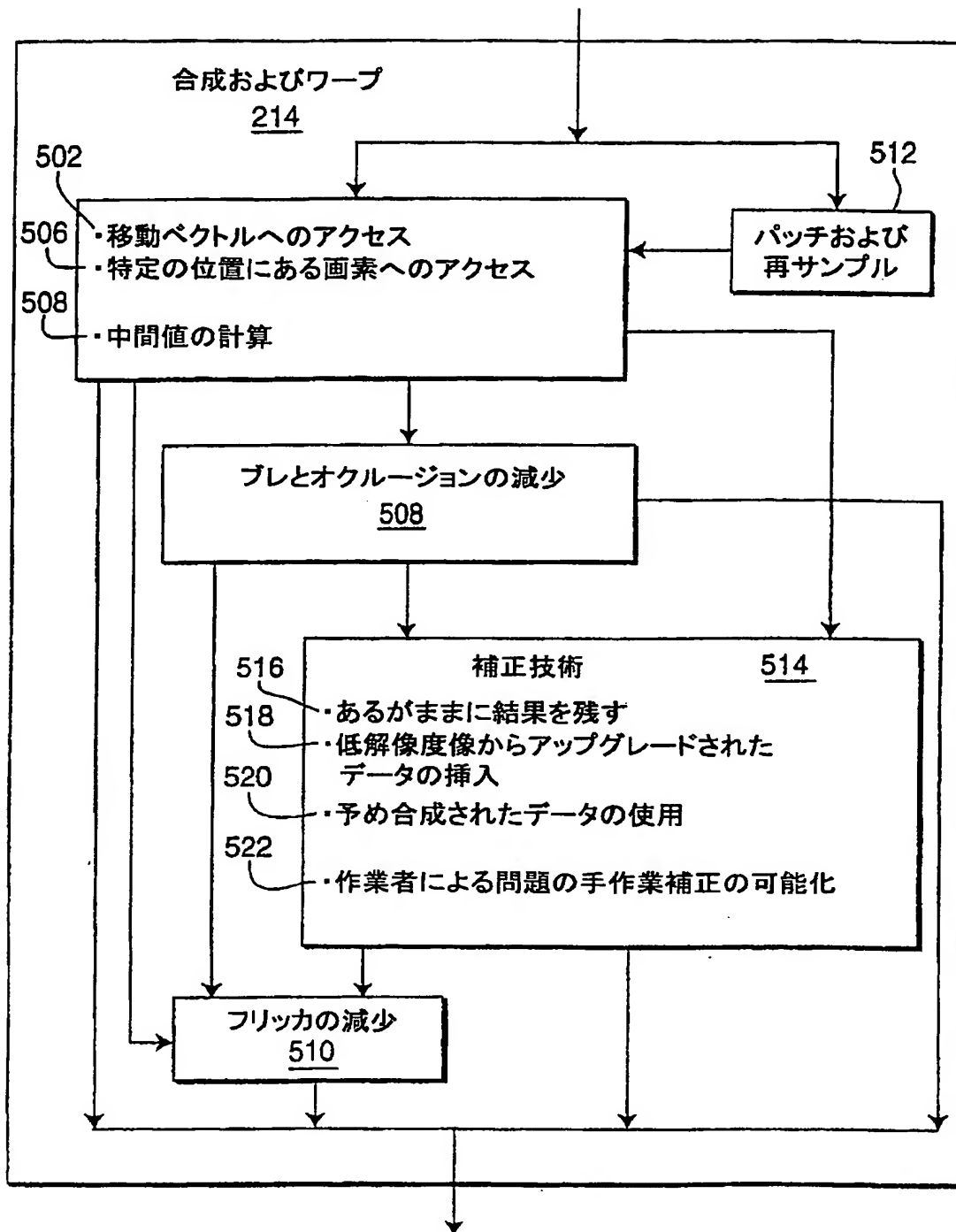
【図2】



【図3】



【図4】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 99/19706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04N13/02 G06T3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04N G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 21690 A (SARNOFF CORP) 22 May 1998 (1998-05-22)	1-3, 5, 6
A	page 3, line 4 -page 4, line 24; figures 1, 2	7, 10
A	EP 0 641 132 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 1 March 1995 (1995-03-01)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 November 1999

Date of mailing of the international search report

29/11/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 spo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Paepe, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 99/19706

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
NO 9821690 A	22-05-1998	NONE	
EP 0641132 A	01-03-1995	DE 69417824 D	20-05-1999
		DE 69417824 T	12-08-1999
		EP 0888017 A	30-12-1998
		JP 7167633 A	04-07-1995
		US 5726704 A	10-03-1998
		US 5801760 A	01-09-1998

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY,
DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I
T, LU, MC, NL, PT, SE), CA, JP

(72)発明者 クマー, ラケシュ
アメリカ合衆国, ニュー ジャージー
州, モンマス ジャンクション, リッ
ジ ロード 966

(72)発明者 ソーフニー, ハーブリー
アメリカ合衆国, ニュー ジャージー
州, クランベリー, メルヴィル ロー
ド 17

(72)発明者 ルビン, ジェフリー
アメリカ合衆国, ニュー ヨーク州,
ニュー ヨーク, ダブリュー, 72エヌ
ディ ストリート 112

F ターム(参考) 2H059 AB01 AB02 AB04
5C022 AA00 AB61 AB62
5C054 AA05 CA04 EA01 FC11 FD02
HA00
5C061 AA21 AA29 AB04 AB08

【要約の続き】

面(200)の合成像を発生させる(ステップ214)。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.